

62. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2020/2021

Kategória F

Milý riešiteľ Fyzikálnej olympiády,

predkladáme ti na riešenie úlohy, ktoré sme pripravili pre domáce kolo Fyzikálnej olympiády v školskom roku 2020 – 2021 pre žiakov 8. ročníka ZŠ a rovnocenných ročníkov viacročných gymnázií, prípadne aj nižších ročníkov, pokiaľ si na riešenie týchto úloh trúfajú. Fyzikálna olympiáda je určená pre žiakov, ktorých fyzika zaujíma a baví a sú ochotní urobiť aj niečo navyše, ako len precvičovať školské učivo.

Pôvab fyziky spočíva v tom, že odhaľuje tajomstvá sveta okolo nás. A nemusíme chodiť ďaleko. Zaujímavé veci sú kdekoľvek sa pozrieme. Iba sa musíme učiť pozerat'.

Základom poznávania, a fyzikálneho poznávania osobitne, je pozorovanie vecí a javov s cieľom čo najviac sa dozvedieť o svete a prírode okolo nás. Konečným cieľom fyziky nie je len učenie vzorcov a počítanie príkladov. Fyzika ako veda má za cieľ vysvetľovať a objavovať doteraz nepoznané. Ak máme byť úspešní na ceste za poznáním, potrebujeme postupovať pomaly, od jednoduchých vecí k zložitejším. A musíme si k tomu rozvíjať i potrebné nástroje. Jedným z nástrojov sú meracie prístroje a pomôcky, druhým matematika. Tretím hlavným nástrojom je fyzikálne myslenie.

Aby sme ti pomohli na ceste za fyzikálnym poznáním, pripravili sme niekoľko problémov, ktoré by ťa mohli zaujať. Niektoré sú experimentálne, ktoré od teba vyžadujú uskutočniť pokus, skúmať rôzne okolnosti a samostatne objavovať a formulovať užitočné závery, iné sú také, že ťa v zadaní úloh zoznámime s už získanými faktami, napr. z vyučovania fyziky, a tvojou úlohou je tieto fakty využiť v riešení úlohy a objaviť odpovede na položené otázky.

Na prvý pohľad sa môže zdať, že niektoré úlohy sú veľmi dlhé a náročné, ale to môže byť len prvý vonkajší dojem. K úlohám sme pripravili aj úvodné rozprávanie (informácie), ktoré ťa uvedú do sveta daného javu alebo deja. Až potom prichádzajú otázky. Naším cieľom nie je mechanické riešenie úlohy, ale chceme, aby si aj v súvislostiach vnímal uvedený problém, vedel si si ho reálne predstaviť a sám nachádzal a objavoval potrebné vysvetlenia a riešenia. Úlohy fyzikálnej olympiády, by ti mohli priblížiť zaujímavosť a objavnosť fyziky.

Aby si prenikol do problémov, ktoré prekračujú rámec vyučovania, niekedy nestačia iba jednoduché vedomosti získané na hodinách matematiky a fyziky v škole. Niekedy je potrebné v učebnici alebo v inej literatúre, na internete, pozrieť si niečo navyše, alebo si nechať poradiť od učiteľa alebo iných ľudí s potrebným vzdelaním. Ak by si chcel byť maliarom, nestačí spoliehať sa iba na hodiny kreslenia v škole, ak chceš byť dobrým bežcom, nestačia iba hodiny telocviku, a ak chceš byť „fyzikálnym olympionikom“, tiež nestačí iba to, čo sa dozvieš na hodinách fyziky v škole. Fyzikálne poznanie je užitočné takmer vo všetkých vedných odboroch a profesiách. Prispieva aj k vnímaniu a pochopeniu iných vedných odborov a vyučovacích predmetov, napr. chémie, biológie, matematiky, informatiky, ale aj humanitných predmetov.

62. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2020/2021

Kategória F – domáce kolo

Texty úloh

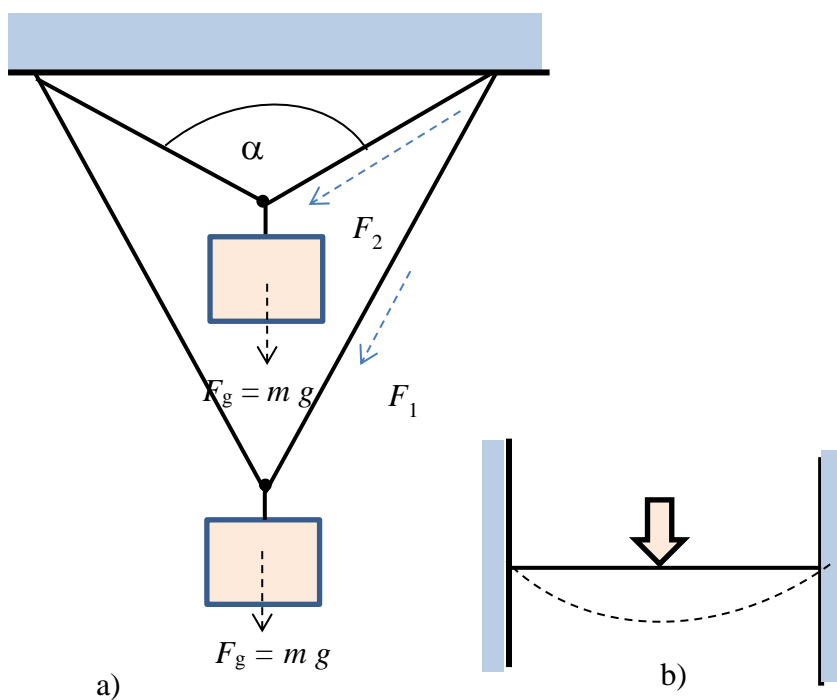
1. Cesta cez dediny

Z Nitry do Nových Zámkov vedie cesta, ktorej dĺžka $s = 38$ km. Cesta vedie aj cez obce, kde je najvyššia dovolená rýchlosť $v_1 = 50$ km/h. Mimo obce je najvyššia dovolená rýchlosť $v_2 = 90$ km/h. Pri predpisovej jazde osobného automobilu je možné cestu absolvovať najrýchlejšie za čas $t = 36$ min.

- Urči dĺžku s_1 cesty, ktorá vedie obcami, a čas t_1 potrebný na prechod obcami.
- Aký čas t_2 bude trvať jeho cesta, ak celú dobu musí ísť za konvojom nákladných automobilov, ktoré sa v obci pohybujú rýchlosťou v_1 a mimo obce sa pohybujú predpisovo s najvyššou dovolenou rýchlosťou $v_3 = 80$ km/h?
- O aký čas Δt by mohol maximálne skrátiť svoju cestu vodič, pokiaľ by riskantne prebehol celú kolónu mimo obce, aďalej by sa pohyboval predpisovo, ale maximálnou rýchlosťou? Oplatí sa vodičovi riskovať?

2. Napínanie a pretrhnutie povrázku

Teleso s hmotnosťou m je zavesené na bifilárnom závесе (povrázok dojitý v tvare V) s dvomi rozličnými dĺžkami, obr. F – 1a. V prvom prípade je dĺžka závesu väčšia, v druhom podstatne menšia.



Obr. F - 1

- a) Prekresli oba rôzne prípady ako samostatné obrázky a znázorni v nich rozklad gravitačnej sily F_g pôsobiacej na teleso na zložky pôsobiace v oboch ramenách závesu. Vyslov a zdôvodni výsledok tvojho riešenia, ako sa mení veľkosť sily napínajúcej vlákno s uhlom α bifilárneho závesu.
- b) Uváž a graficky dokáž pri akom uhle α_0 je veľkosť ťahovej sily v ramenách závesu rovná veľkosti F_g gravitačnej sily.
- c) Fyzikálny model riešenia úlohy možno aplikovať na metóde pretrhnutia povrázku, obr. F- 1b). Ak máme pevný povrázok, ktorý nevieme pretrhnúť ťahom rukou, použijeme nasledovný postup. Povrázok priviažeme a napneme medzi dva pevné body, napr. medzi nohy alebo opierky kovovej stoličky. Potom švihneme hranou dlane približne do stredu povrázku. Ak vhodne zvolíme švih dlane a napínajúca sila prekročí medzu pevnosti povrázku, povrázok sa pretrhne. Urobte tento experiment.

Upozorňujeme však, že pokus je potrebné konať s najvyššou opatrnosťou a v prítomnosti učiteľa, aby ste si nespôsobili zranenie alebo niečo nezničili.

3. Varenie vajíčka na mäkko

Janko si chcel uvariť vajíčka na mäkko. Opýtal sa babičky, ako dlho sa v tomto prípade vajíčko varí. Babička mu poradila, že približne 3 minúty. Janko napustil do menšieho hrnca s objemom $V = 500$ ml vodu s teplotou $t_1 = 20,0$ °C. Hrnec prikryl pokrievkou a položil ho na plynový horák šporáku. Šporák dodával vode v hrnci za každú sekundu teplo $Q_s = 1,00$ kJ.

- a) Za aký čas τ_1 dosiahla voda teplotu varu $t_2 = 100,0$ °C?

Janko vybral z chladničky 4 vajíčka, ktorých teplota bola $t_0 = 4,0$ °C . Každé vajíčko malo hmotnosť $m = 56$ g. Vajíčka vložil do vriacej vody.

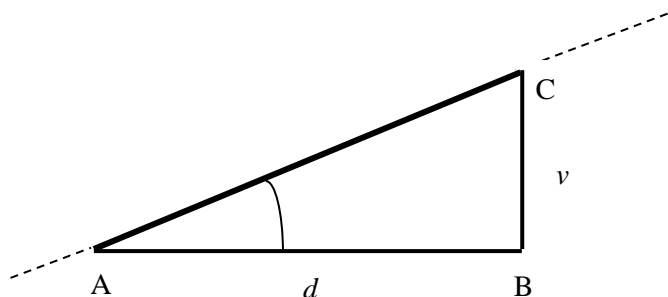
- b) Koľko tepla Q_2 odovzdala voda vajíčkam? Aká bola teplota t_3 vody a vajíčok po vložení vajíčok do vody? Predpokladaj, že teplota vody v hrnci a teplota vajíčok sa po vložení vajíčok okamžite vyrovnali.
- c) Za aký čas τ_2 sa voda s vajíčkami znova dostala do varu?

Hustota vody $\rho = 1,00$ g/cm³, merná tepelná hmotnostná kapacita vody a vajíčka $c = 4,20$ kJ/(kg · °C). Predpokladaj, že pri zohrievaní vody a pri zohrievaní vody s vajíčkom sú tepelné straty do okolia zanedbateľne malé.

4. Stúpanie (klesanie) cesty, chodníka, svahu, naklonenej roviny

Na vyjadrenie sklonu naklonenej roviny je vhodný uhol α (vyjadrený v uhlových stupňoch), ktorý zvierá naklonená rovina s vodorovnou rovinou. Tento možno určiť napr. pomocou uhloмера, v technickej praxi inklinometra, ale jednoducho pomocou strán pravouhlého trojuholníka, v ktorom jedna strana (prepona) symbolizuje samotnú naklonenú rovinu, obr. F – 3. Pri určovaní sklonu dopravných tratí, napr. ciest, železníc, turistických chodníkov sa používa veličina s názvom stúpanie, značka s . Zaužívaná definícia stúpania s v cestnej a železničnej doprave je

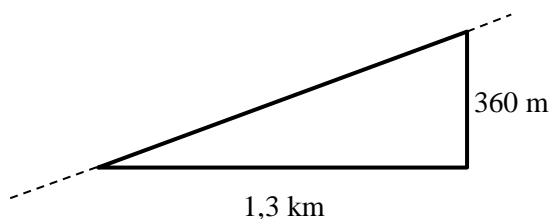
$$s = 100 \frac{v}{d} \% = 100 Z \% , \quad (1)$$



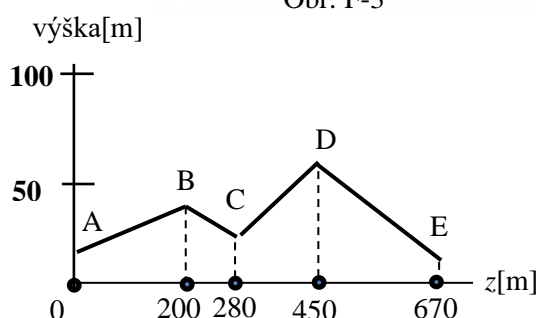
Obr. F-2



Obr. F-3



Obr. F-4



Obr. F-5

Pre stúpania $s > 12 \%$ sa vedľa komunikácie umiestňuje značka podľa obr. F-3.

- Vypočítaj stúpanie s v % komunikácie znázornenej na obr. F – 4.
- Horský vodca informoval, že rebrík povedľa vodopádu v rokline má stúpanie 100 %. Nakresli ilustračný obrázok a určí uhol, ktorý zvierá rebrík s vodorovnou rovinou.
- Pozemná lanovka Horný Smokovec (1 010 m n.v.) – Hrebienok (1 280 m n.v.) má dĺžku trate $c \approx 2\,019$ m.
 - Určí priemerné stúpanie s trate lanovky.
 - Aká je priemerná rýchlosť vozňa na trati, ak doba jazdy vozňa lanovky medzi stanicami $t \approx 4,6$ min.
- Na obr. F - 5 je znázornený výškový profil turistického chodníka v lesoparku pohoria Magura. Nakresli graf $s \sim z$ závislosti stúpania – klesania s chodníka ako funkciu vzdialenosti z od začiatku 0 chodníka. Klesanie trate označ zápornou hodnotou veličiny s . Z grafu pomocou pravítka určí približné hodnoty výšky v a vzdialenosti z označených bodov A až E chodníka.

5. Digitálny mincier

Pred desiatkami rokov na váženie tovaru (napr. na tržniciach) sa používali pružinové váhy nazývané mincier. V súčasnosti sú populárne digitálne minciere, ktorých stupnica je digitálna (display), obrázok RF-5. Vážené teleso sa uchytí na závesný háčik minciera (váh), z displeje sa určí hmotnosť telesa (príp. tiaž telesa).



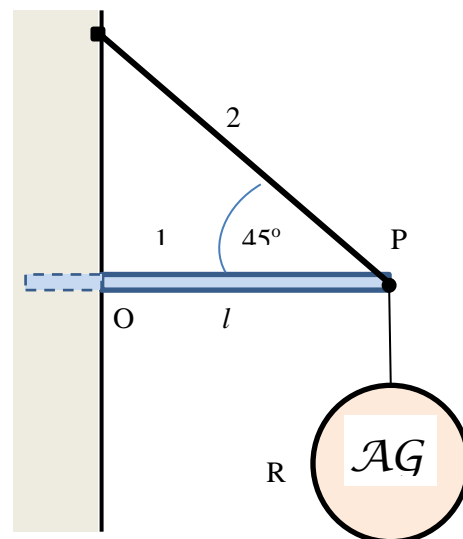
Obr. RF-5

- Pán Kováč k preprave betónových dlaždíc v kufri osobného automobilu potreboval poznať hmotnosť m_0 jednej z dlaždíc, ktoré mali tvar hranola s rozmermi $a = 40$ cm, $b = 10$ cm, $c = 6,0$ cm. K váženiu mal k dispozícii digitálny mincier s rozsahom $m_R = 3,0$ kg. Hmotnosť dlaždice evidentne presahovala hodnotu 3,0 kg. Možné riešenie navrhol šikovný syn pána Kováča, žiak ZŠ. Nazval ho metódou váženia v kvapaline so známou hustotou. Otec so synom mali k dispozícii väčšiu nádobu (kalfaz, maltovník) na maltu. Naplnili ju čiastočne vodou, dlaždicu zavesili pomocou ľahkého povrazu na mincier a celú ju ponorili pod hladinu vody. Tiaž dlaždice bola v tomto prípade v rozsahu minciera, digitálna hodnota hmotnosti bola $m = 2,7$ kg. Urči skutočnú hmotnosť m_0 dlaždice, ak hustota vody, ktorou naplnili nádobu bola $\rho_v = 1,0$ g/cm³.
- Z nameraných hodnôt urči hustotu ρ_1 betónovej dlaždice.
- Je reálne odvážiť dlaždicu zo žuly s uvedenými rozmermi? Hustota žuly $\rho_z = 2,7$ g/cm³. Odpoveď vysvetli výpočtom.
- Aký počet dlaždíc možno naložiť do automobilu, ak nosnosť nákladu v kufri, podľa technického preukazu je, 125 kg?

6. Teleso na konzole

Na obr. F - 6 je zobrazené reklamné teleso R zavesené na ramene konzoly, ktorá sa skladá z vodorovnej ocelevej tyče (1) jedným koncom upevnenej do otvoru v stene obchodného centra a oceleového lanka (2), ktoré zabraňuje ohýbaniu tyče. Hmotnosť reklamného telesa $m_R \approx 12$ kg. Pre zjednodušenie predpokladaj, že hmotnosť konzoly a závesu reklamy je malá. Oceľová konzola má obsah kolmého rezu $S_1 \approx 100$ mm² a oceľové lanko $S_2 \approx 10$ mm². Reklamné teleso je homogénny disk. Uhol medzi lankom a tyčou $\alpha = 45^\circ$.

- Urob náčrtok konzoly s telesom reklamy a v ňom vektormi znázorni sily, ktoré pôsobia v bode P závesu reklamy. Jednotlivé sily opíš.
- Urči silu F_g , (vypočítaj jej veľkosť), ktorá pôsobí v závese reklamného telesa.
- Urči sily F_1 a F_2 , ktoré namáhajú tyč a lanko konzoly. Uveď pre obe sily, či pôsobia tlakom alebo ťahom.
- Aké mechanické napätia σ pôsobia v ocelevej tyči a v lanku ($\sigma = \frac{F_n}{S}$) v jednotkách $\frac{N}{mm^2}$ alebo MPa.
- Sú obe časti konštrukcie dostatočne pevné, aby bezpečne uniesli reklamné teleso.?



Obr. F - 6

Gravitačná konštanta $g = 10$ N/kg.

7. Uhlový priemer Mesiaca – experimentálna úloha

Veľkosť Mesiaca z pohľadu pozorovateľa na Zemi udáva jeho priemer, ako veľkosť uhla α_M , pod ktorým Mesiac pozorujeme, čo znamená uhlovú odchýlku medzi jeho okrajmi (obr. F - 7).

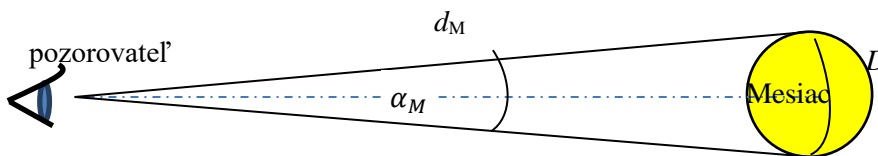
Pomôcky: stopky, prípadne aplikáciu pre meranie času, rysovacie potreby (pravítko, uhlomer).

Teória: Zem sa otáča okolo svojej osi, úplnú otočku, tj. otočenie o 360° urobí za 24 hodín. Otáčanie Zeme vnímame ako zdanlivý pohyb Slnka, Mesiaca, planét a hviezd po oblohe. Stred Mesiaca sa zdanlivo pohybuje po oblohe a pri západe pretína horizont, ako je znázornené na obr. F - 8. Uhol β sa meria od kolmice k horizontu a v deň rovnodennosti sa rovná približne zemepisnej šírke ψ , bodu z ktorého sa vykonáva pozorovanie.

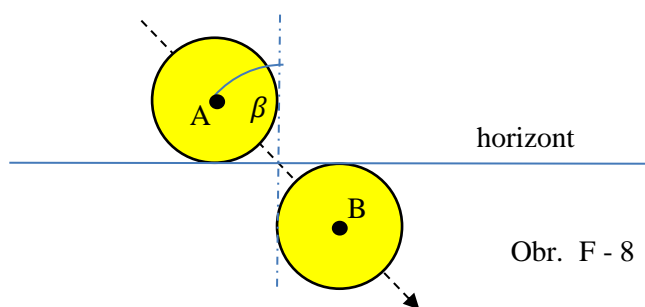
Úloha: Zmerať uhlový priemer Mesiaca vyžaduje zmerať čas, za ktorý sa zdanlivo posunie o svoj priemer. Pozorovanie takého posunu je zložité, preto pozorujeme udalosti, ktoré vieme dobre rozpoznať: udalosť A, keď kotúč Mesiaca sa dotkne horizontu, udalosť B, keď Mesiac zájde za horizont, obr. F - 8.

Metóda:

- Zisti zemepisnú šírku obce, mesta, bodu z ktorého vykonávaš pozorovanie, tj. veľkosť uhla $\beta = \psi$,
- Narysuj situáciu, ktorá je znázornená na obr. F - 8 použitím zistenej hodnoty β .
- V náčrtku odmeraj priemer D Mesiaca (kruhu) a dĺžku d úsečky AB . Vypočítaj podiel d/D .



Obr. F - 7



Obr. F - 8

- Urči hodnotu v rýchlosti zdanlivého pohybu Mesiaca po oblohe.
- Za jasnej noci odmeraj čas t , ktorý uplynie od udalosti A do udalosti B.
- Vypočítaj uhol α , ktorý času t zodpovedá.
- Prepočítaj uhlovú vzdialenosť α na uhlový priemer α_M Mesiaca.
- Opakuj meranie v nasledujúce dni, pokiaľ to poveternostné podmienky dovolia.
- Odhadni presnosť merania. K výsledkom uveď dátum pozorovania, prípadne iné špecifické podmienky (horizont nebol vodorovný, iné).

Pozn. k riešeniu : Meranie uhlového priemeru Mesiaca je len približné. Vzťah medzi D skutočným priemerom Mesiaca a jeho vzdialenosti d_M od Zeme určuje uhlový priemer Mesiaca $\alpha_M = \frac{D_M}{d_M}$. Väčší náčrtok umožní presnejšie meranie dĺžok a tým aj presnejší výpočet. Siderický mesiac je približne 27 d 8h, synodický mesiac 29 d 13 h.

62. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie F

Autori návrhov úloh:	Daniel Klivanec (2, 4, 5, 6), Boris Lacsny (1, 3, 7)
Úprava návrhov úloh:	Daniel Klivanec, Ivo Čáp
Recenzia úloh a riešení:	Ivo Čáp
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Daniel Klivanec
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2020